ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1949 N° 88

L'ENSILAGE DES FOURRAGES VERTS

Utilisation dans l'Alimentation des Vaches Laitières

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Décembre 1949

devant la

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

PIERRE BEN-MOURA

né le 11 Janvier 1925, à Nay (Basses-Pyrénées)

JURY

Président : M. BAISSET, Professeur à la Faculté de Médecine.

Assesseurs : M. PONS, Directeur de l'École Vétérinaire.

M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire.

TOULOUSE

IMPRIMERIE NAN-MESTRES

21, Rue d'Embarthe, 21

1949

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1949 N° 88

L'ENSILAGE DES FOURRAGES VERTS

Utilisation dans l'Alimentation des Vaches Laitières

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Décembre 1949

devant la

Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

PIERRE BEN-MOURA

né le 11 Janvier 1925, à Nay (Basses-Pyrénées)

JURY
- Président : M. BAISSET, Professeur à la Faculté de Médecine.
- Assesseurs : M. PONS, Directeur de l'Ecole Vétérinaire.
- Assesseurs : M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Vétérinaire.

TOULOUSE
IMPRIMERIE NAN-MESTRES
21, Rue d'Embarthe, 21
—
1949

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

PERSONNEL ENSEIGNANT

Directeurs honoraires	MM. CUILLÉ. MARTIN.
Professeur honoraire	LECLAINCHE.
Directeur	PONS.

PROFESSEURS

Chimie et Pharmacie	GODFRAIN.
Anatomie	FLORENTIN.
Physiologie	BRUNAUD.
Anatomie Pathologique. — Inspection des viandes	LOMBARD.
Parasitologie	BRIZARD.
Médecine	DARRASPEN
Chirurgie	LASSERRE.
Pathologie du Bétail	BERTHELON.
Maladies Microbiennes	SAURAT.
Zootechnie	PONS.

AGRÉGÉS

Anatomie	BENOIT.
Médecine	FLORIO.
Chirurgie	PUGET.
Zootechnie	LADRAT.

CHEFS DE TRAVAUX

Pathologie du Bétail	TOURNUT.
Maladies Microbiennes	LAUTIÉ.

ASSISTANT

Physiologie	LABOUCHE.

COURS COMPLÉMENTAIRE

Pisciculture et maladies des Poissons	SECONDAT.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891, et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MES PARENTS

En témoignage de mon amour filial.

A MES SŒURS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BAISSET

de la Faculté de Médecine de Toulouse

Pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de notre thèse.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PONS

Directeur de l'Ecole Vétérinaire de Toulouse
Chevalier de la Légion d'Honneur

Témoignage de respectueuse gratitude pour la bienveillance dont il n'a cessé de faire preuve à notre égard.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DARRASPEN

Chevalier de la Légion d'Honneur

Dont nous n'oublierons ni les conseils, ni l'amabilité.

A Monsieur le Docteur LADRAT

Chef de Travaux agrégé de Zootechnie

Qui nous a toujours accueilli avec sympathie durant nos années d'étude et dont les suggestions nous furent précieuses dans la rédaction de cette thèse. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

AVANT-PROPOS

On n'obtient de bons résultats dans les spéculations zootechniques que lorsqu'on donne une alimentation rationnelle aux animaux.

La valeur et la variété des aliments offerts à l'éleveur sont considérables, il s'agit pour lui de faire un choix judicieux.

Il est dans son intérêt de donner la priorité à ceux qu'il produit sur son exploitation en raison de leur facilité d'utilisation et de leur prix de revient plus bas.

Leur valeur alimentaire est quelque peu déficiente.

Les conditions habituelles de récolte leur font perdre une forte proportion d'éléments azotés et ces aliments sont insuffisants en particulier dans la nutrition des vaches laitières.

Il faut à celles-ci un fort apport de nourriture riche en protides, car elles ont à compenser des pertes en azote importantes dues surtout à la lactation.

Devant cette carence l'éleveur est dans l'obligation de faire appel aux aliments concentrés, riches en albumine qui ont le défaut d'être rares et de revenir cher.

L'ensilage des fourrages verts apporte une solution à ce problème important, en donnant pour un prix de revient intéressant une nourriture de haute digestibilité, riche en matières azotées et en vitamines.

Nous étudierons les principes qui régissent la conservation du fourrage dans le silo, les méthodes d'ensilage, les divers types de silos, avant d'aborder l'intérêt du silage dans la nutrition des vaches laitières.

PREMIÈRE PARTIE

LA TECHNIQUE DE L'ENSILAGE

PHENOMENE SE PRODUISANT DANS LE SILO IMPORTANCE DU pH, DU DRAINAGE, DU TASSEMENT MOYENS DE CONSERVATION

CHAPITRE PREMIER

A. — PHENOMENES DE PRODUISANT DANS LE SILO

Pour conserver les fourrages dans les silos, en leur gardant toutes leurs valeurs nutritives et biologiques, de telle sorte que les animaux puissent tirer le maximum de profit de leur consommation, il faut suivre les méthodes non seulement fondées sur l'expérience de milliers d'agriculteurs, mais qui, encore, reposent sur les bases solides de l'expérimentation scientifique.

C'est la connaissance des phénomènes qui se produisent dans le silo, qui nous permettra de mieux les dominer.

Que se passe-t-il dans le silo ? (1)

Dans la masse ensilée, il se produit des fermentations qui se font aux dépens de la matière organique du fourrage. Elles sont le fait de nombreuses bactéries se trouvant à la surface des feuilles.

Toutes les fermentations ne sont pas utiles.

Il faut éviter : les fermentations butyrique et acétique, qui donnent au fourrage une odeur répugnante, susceptible de se retrouver dans le lait, qu'elle rend impropre à la consommation et à la fabrication des fromages.

Les fermentations protéolytiques qui détruisent la matière azotée.

Les moisissures qui rendent le fourrage inutilisable.

Il faut favoriser la fermentation lactique qui facilite la conservation et donne au silage un goût et une odeur agréables.

Le comportement de ces micro-organismes est sous l'influence des facteurs physico-chimiques du milieu dans lequel ils exercent leur activité.

Avant de pousser plus avant dans la « physiologie » de l'ensilage, il serait bon de connaître la biologie de ces ferments.

Les ferments acétiques : exigent pour se développer :

la présence d'oxygène, un milieu faiblement acide, un pH supérieur à 4, et une température comprise entre 18 et 25 degrés.

Les ferments butyriques: sont surtout des aérobies. Un pH inférieur à 4 entrave leur développement ; une température moyenne de 37° et une forte humidité sont des conditions idéales pour favoriser ces microbes.

Les ferments lactiques : Ces ferments sont anaérobies; une température de 20 à 65° favorise leur multiplication. L'acide lactique qu'ils produisent est dû à une oxydation incomplète des glucides. Cette oxydation est très exothermique. Le pH qui leur est le plus favorable est situé en dessous de 4.

Cette biologie sommaire de principaux ferments rencontrés dans le silo met en relief :

L'importance du pH du milieu.
L'importance du tassement.
L'importance du drainage.

B. — IMPORTANCE DU pH (2)

Le pH est la concentration d'un milieu en ions acides. C'est le Finlandais A. I. VIRTANEN, en collaboration avec CARLSTROM, qui dégagea le rôle que joue le pH dans l'ensilage.

Différentes expériences l'ont conduit à déterminer l'acidité optima nécessaire à un bon développement des ferments lactiques.

Il remarque que si l'on traite le fourrage frais avec

une quantité suffisante d'acide pour abaisser le pH de la masse au dessous de 4, on ne constate plus aucune élévation ultérieure de ce pH.

Au laboratoire, il ajouta à l'acide du toluène pour empêcher complètement la fermentation lactique. Même dans ces conditions la valeur du pH reste encore rigoureusement constante.

Le même résultat fut atteint sans addition de toluène en conservant le fourrage à zéro degré.

Ainsi le plus sûr moyen de conserver le fourrage dans un état satisfaisant est de régler l'acidité, de façon que le pH soit compris entre 3 et 4 au début de la mise en silo.

Avec un tel pH, on arrive à paralyser les fermentations butyrique et acétique tandis qu'on favorise la fermentation lactique qui nous intéresse.

C. — INFLUENCE DU TASSEMENT (1)

Nous savons que les fermentations nuisibles à la bonne conservation du fourrage ensilé sont essentiellement aérobies.

Il sera donc nécessaire d'éviter le plus possible la présence d'air dans la masse ensilée. Pour cela, un moyen simple : tasser le plus possible le fourrage dans le silo.

Nous évitons ainsi les méfaits d'une mauvaise fermentation à prédominance acétique et butyrique qui donnerait un fourrage de qualité inférieure et occasionnerait des pertes importantes de matières organiques.

L'élimination de l'air évite également la décomposition putride des matières organiques qui subissent cette fermentation même quand l'air pénètre dans la masse après la fermeture du silo.

Nous donnons ici les chiffres obtenus par S. Z. ZELTER, sur des pulpes traitées avec de l'acide formique, les unes tassées, les autres non tassées.

	Pertes en matières organiques	Pertes en azote	Acide lactique	Acide acétique	Acide butyrique
	%	%	p. 1.000	p. 1.000	%
Pulpes traitées avec de l'acide formique, non tassées	37	31,7	6,12	14,9	3,16
Pulpes traitées avec de l'acide formique, tassées	5,54	7,5	6,80	12	1,85

Le résultat est concluant : les pulpes non tassées perdent six fois plus de matières organiques, cinq fois plus de matière azotée que celles qui l'ont été.

Ces données justifient donc amplement la nécessité du tassement.

D. — INFLUENCE DU DRAINAGE

Par la pression relativement élevée qui est exercée sur le tissu végétal (300 kg au m²) le liquide cellulaire filtre au dehors de la plante et s'accumule au fond du silo.

Cette quantité est proportionnelle à la teneur en eau

du fourrage ensilé et varie avec la méthode d'ensilage utilisée.

— 100 kilos de fourrage vert ensilés sans acidification, cèdent de 10 à 15 kg. de jus.

— 100 kg. de fourrage vert ensilé avec acidification en cèdent 30 à 40 litres. Selon S. Z. ZELTER, dans les premiers huit jours qui suivent l'ensilage, un silo de 14 m^3 peut laisser couler jusqu'à 2.500 litres de jus en 24 h.

Si on laisse cette masse de liquide organique au fond de la cuve, elle arrive à former un véritable bouillon de culture, qui compromet la conservation de l'ensilage.

Il faut donc prévoir une élimination de ce jus par un moyen quelconque, bien que la perte de liquide provoque par la même occasion une perte de matières organiques, qui se chiffre à 3 et même 4 %.

CHAPITRE II

LES MOYENS DE CONSERVATION

Pendant longtemps, on a cru que le simple auto-échauffement du fourrage tassé provoquant une sélection des ferments, pouvait suffisamment assurer une bonne conservation de la masse ensilée.

Cependant si l'on n'éprouvait guère de difficultés dans la conservation des plantes riches en hydrates de carbone mais pauvres en protéines, les résultats étaient très aléatoires, avec des plantes telles que les légumineuses, riches en matières azotées.

Ce n'est qu'à la suite de nombreux travaux que l'on découvrit le processus exact de fermentation, et il fallut attendre 1928, pour que les expériences de VIRTANEN fassent passer dans le domaine pratique les méthodes d'ensilage avec acidification préalable, à peu près seules utilisées à l'heure actuelle et dont nous étudierons les deux principaux modes.

I. — ENSILAGE DOUX DIT ENSILAGE A CHAUD (3)

C'est la méthode anciennement employée par la majeure partie des agriculteurs, elle est basée sur l'échauf-

fement spontané du fourrage. A la faveur de cette élévation de la température, il se produit une sélection des ferments en faveur de la fermentation lactique.

On croyait que cette sélection était aidée par le tassement de l'ensilage, qui, en éliminant l'air, gêne le développement des aérobies, en particulier des ferments butyriques et acétiques.

On reprochait aussi à cette méthode d'entraîner des pertes importantes en matières nutritives.

Des études récemment faites à Cambridge ont montré que l'ensilage à chaud ne provoque pas une dépense très grande en hydrates de carbone. En effet, la combustion des glucides dans la respiration est très exothermique et avec seulement 2 % de glucides brûlés. La température initiale du silo passe de 20 à 52°.

Or à cette température la respiration cesse, les ferments acétiques et butyriques meurent. Il n'y a que les ferments lactiques qui puissent supporter une pareille température.

Contrairement au principe accepté jusqu'à présent, il faut une légère aération du silo, pour favoriser la combustion des hydrates de carbone, et utiliser du fourrage ayant subi un début de fenaison pour diminuer les pertes en glucides.

Les expériences de Cambridge faites sur des pois et des vesces n'ont pas révélé des pertes dépassant 6%. Par contre le pertes s'élèvent à 20 et 30 % quand il y a 80 % d'humidité.

L'ensilage à chaud sans addition d'acide est utilisé aux

U.S.A. dans les silos tours ; il produit du silage brun appétissant pour les animaux.

Afin d'assurer une meilleure conservation on ajoute à la masse pour favoriser la fermentation lactique, un levain de ferments sélectionnés ou du sucre, sous forme de mélasse, ou bien encore à la fois des ferments lactiques et un sucre, apportés simultanément sous forme de petit lait.

II. — Ensilage a la mélasse (4)

Des travaux des Américains Bender, Tucker, Kinger, Fox, il ressort que la mise en silo d'herbe verte et de légumineuses mélangées avec 40 livres (18 kg. 120) de mélasse par tonne, donne un bon ensilage.

L'altération de l'ensilage a teneur en eau peu élevée est due à l'oxydation qui provoque une élévation de température pouvant atteindre 71°. Cette élévation de température entraîne une destruction des organismes du type lactique, une destruction des hydrates de carbone que Zelter a chiffrée entre 13 et 50 %. Les pertes en protides sont de l'ordre de 26 à 30 %.

La mise en silo de fourrage partiellement séché additionné de mélasse n'est pas à recommander, à moins de le mettre le premier dans le silo où l'humidité des fourrages plus verts et une plus grande pression le protégeront.

(5) Après plusieurs expériences faites dans une station expérimentale dans le New-Hampshire, Bender, Amstead, Merril, Hamlin ont donné des précisions sur les

quantités de mélasse à employer pour la conservation des divers types de fourrage.

La meilleure conservation est obtenue en ajoutant la quantité de mélasse suivante par tonne de produit :

Herbes de prairies naturelles et céréales en vert	17 kg. 830
Mélange de graminées et légumineuses	26 kg. 750
Luzerne ou trèfle	35 kg. 750
Soja	44 kg. 580

La teneur élevée en sucre des préparations permet de produire par fermentation l'acidité désirable, même si la teneur en protides des produits ensilés est importante.

III. — Ensilage au petit lait (16)

Le petit lait est un des sous-produits de l'industrie fromagère qui est le plus souvent gaspillé. Golding a eu l'idée d'utiliser l'acide lactique produit par l'acidification du petit lait pour régler la fermentation des ensilages d'herbes.

Les essais ont été effectués, sur des coupes de gazon, autre substance ordinairement gaspillée et que l'on considère comme très difficile à ensiler, à cause de sa haute teneur en protides et de sa nature particulièrement fermentescible.

Les coupes de gazon furent traitées au petit lait, soit frais, soit desséché, soit condensé. Les résultats furent très prometteurs ; l'ensilage conserva sa couleur verte fut rapidement prêt à être utilisé et garda sa saveur pendant plusieurs mois.

(7) J.C. de RUYTER, DEVILDT et BRUNEVER ont donné des précisions pondérales sur l'utilisation du petit lait dans l'ensilage.

Pour certains auteurs, l'ensilage au petit lait n'est pas une méthode à recommander pour les fourrages riches en légumineuses, néanmoins, il augmente la digestibilité des albumines :

Silo sans addition de petit lait :	digestibilité	52,3 %
Avec 10 % de petit lait	—	58,6 %
Avec 15 % de petit lait	—	62,3 %
Avec 10 % de petit lait + herbe hachée	—	65 %

Il serait regrettable lorsqu'on a la possibilité d'avoir du petit lait dans des conditions avantageuses de ne pas en user dans l'ensilage.

IV. — ENSILAGE ACIDE DIT ENSILAGE A FROID

La destruction par l'auto-échauffement d'une partie des protides et des matières organiques a poussé les techniciens à chercher un moyen plus sûr de conserver les propriétés nutritives du fourrage.

Nous devons à VIRTANEN la méthode de l'ensilage acide qui élimine ces difficultés.

Principe :

Il est basé sur l'obtention immédiate d'un degré d'acidité du fourrage correspondant à un pH compris entre 3,8 et 4. Nous avons vu qu'une telle acidité empêchait la croissance des ferments acétiques et limitait le développement des ferments butyriques. De plus elle

tue les cellules végétales qui se vident de leur eau de constitution et le fourrage se tasse plus facilement, l'aérobiose, de ce fait, disparaît.

Suivant les acides employés on pratique deux genres d'ensilage :

A. — *Ensilage aux acides minéraux :* (8)

1° *Méthode A. I.* VIRTANEN. — Il a utilisé pour acidifier le fourrage au moment de la mise en silo.

un mélange formé de :

acide chlorhydrique (Hcl) .. .. .. 70 %
acide sulfurique ($So^4 H^2$) .. .. 30 %

Pour l'emploi, cette solution est étendue de six fois son volume d'eau, et on arrose le fourrage par couches successives.

Les doses de solution employées varient avec l'espèce de la plante, sa teneur en chaux, l'acidité du sol sur lequel elle a poussé. VIRTANEN préconise les quantités suivantes de solution diluée pour 100 kilos de fourrage vert :

	Etat du fourrage	
	humide	*sec*
Maïs	5 litres	7 litres
Céréales	7 —	9 —
Herbe de printemps	7 —	9 —
Trèfle	8 —	9 —
Luzerne	11 —	12 —
Mélange maïs-légumineuses	8 —	9 —

L'arrosage du fourrage avec cette solution en tuant les

cellules végétales entraîne le flétrissement rapide des plantes et leur tassement convenable sans hachage préalable.

2° *Méthode allemande :* C'est la méthode actuellement recommandée par les services agricoles francais. On utilise un mélange en volume de 99 % d'acide chlorhydrique 20/22° BAUME, et 1 % d'acide phosphorique à 50 % de $P^2 O^5$ (acides exempts d'arsenic), appelé mélange Defu.

Ce produit se trouve tout préparé dans le commerce.

Il faut étendre l'acide en le diluant dans l'eau à raison d'un litre pour quatre litres d'eau.

Verser l'acide dans l'eau, et non l'eau dans l'acide afin d'éviter les projections.

La quantité de cette solution acidulée à employer varie suivant la nature du fourrage ensilé.

— 4 à 5 litres de solution pour 100 kg. de maïs-fourrage moha, choux fourragers, feuilles de betteraves.

— 5 à 6 litres de solution pour 100 kg. d'herbe de prairie, de ray-grass, etc...

— 6 à 7 litres de solution pour 100 kg. de légumineuses (trèfle, luzerne, mélange vesce-avoine), etc...

B. — ENSILAGE AUX ACIDES ORGANIQUES. (1)

Ensilage à l'acide formique : l'acide formique est utilisé pour son pouvoir bactéricide : il détruit de nombreux micro-organismes, en particulier ceux responsables des fermentations putrides, nuisibles à la conservation du fourrage. Par contre, les ferments lactiques sont à peine génés.

Cependant, il faut un tassement méthodique et efficace pour éviter la pullulation des microbes aérobies qui décomposent l'acide formique et lui enlèvent ses propriétés antiseptiques.

Technique de la méthode : D'après ZELTER, il convient d'utiliser l'acide formique à 90 % appelé amasil à l'étranger.

La dose à employer est de 0,125 à 0,2 % d'acide concentré pour 100 kilos de fourrage vert, suivant la nature de l'ensilage.

On délaie la dose d'acide dans 20 fois son volume d'eau et on arrose le fourrage à raison de 4 litres de solution dilués pour 100 kg. de fourrage de légumineuses et 3 litres d'eau pour les plantes pauvres en protides (herbe, seigle, maïs).

Vingt-cinq kilos d'acide formique dilués dans 450 litres d'eau suffisent pour traiter 11 à 15 tonnes de fourrage vert.

Pour plus de précision voici les quantités d'acide formique pur à utiliser par silo, suivant sa capacité et la nature du fourrage à ensiler :

CAPACITE DES SILOS	NATURE DES FOURRAGES A ENSILER	
	Herbe de prairie ray-grass, seigle escourgeon, maïs, choux fourragers collets de betteraves	Légumineuses, trèfles vesces, mélanges à base de légumineuses colza, etc...
3 m³	3 à 4 litres	4 à 5 litres
10 m³	11 à 12 litres	15 à 16 litres
14 m³	15 à 16 litres	21 à 22 litres
25 m³	27 à 28 litres	36 à 37 litres

On calcule les quantités d'eau nécessaire en multipliant les nombres ci-dessus par 20.

C. — Ensilage aux antiseptiques. (9)

M. Gouttière signale quelques essais tentés en Allemagne avec un produit qui renferme du gaz sulfureux et du formol. Mais aucune précision n'a été donnée sur le produit, ni sur la technique.

Il y a quelques mois, le Syndicat Professionnel de l'Industrie Azotée a lancé un produit nouveau caractérisé par son pouvoir bactériostatique, sur les ferments qui dégradent le fourrage. C'est le Sovilon.

Chimiquement le Sovilon, est un dérivé bromé du glycol de formule Br CH2 - COOCH2 - CH2 - CH2 - O - CH2 - CH3.

Il est livré sous forme d'un liquide incolore de densité 0,850 incongelable et soluble dans l'eau froide en toute proportion.

Pur il est légèrement lacrymogène, mais la solution d'emploi n'a ni goût, ni odeur, ni action sur l'organisme animal.

La teneur en Br du Sovilon est insuffisante pour provoquer des accidents.

Le Sovilon arrête les fermentations butyriques, acétiques et lactiques par inhibition à la dose du millionième. Le Sovilon ne détruit pas les bactéries, mais empêche leur développement ; il maintient les fourrages ensilés dans toute leur fraîcheur et réduit les pertes de valeur nutritive au minimum.

Le Sovilon est sans action sur les vitamines de croissance.

La solution d'emploi est à un pH neutre, et ne risque pas de provoquer de modifications de l'équilibre acide-base dans l'organisme des animaux.

On emploie le Sovilon, selon les techniques habituelles, aux doses suivantes :

Capacité des silos	Poids en fourrage	NATURE DES FOURRAGES A ENSILER			
		Herbe de prairie seigle, choux		Légumineuses trèfles luzerne	
		Sovilon	Eau	Sovilon	Eau
10	8.000	0,800 l	250 l	1.100	350
14	11.000	1,125	350	1.600	460
25	20.000	2	600	2.600	750

DEUXIÈME PARTIE

CHOIX DU SILO — LE SILO-CUVE TECHNIQUE DE LA FABRICATION, LA MISE EN SILO

CHAPITRE PREMIER

CHOIX DU SILO (1)

Il existe plusieurs types de silo pour la conservation du fourrage vert. Nous citerons :

A. — LE SILO-FOSSE : circulaire ou rectangulaire revêtu dans l'intérêt d'une meilleure conservation du fourrage, d'une légère couche de ciment ; de planches badigeonnées de goudron ou de papier bitumé.

Dimensions : 80 centimètres de profondeur, 2 à 3 mètres de largeur et la longueur que l'on voudra.

Les frais d'installation assez onéreux, ne sont pas compensés par la diminution des pertes par rapports au silo-meule.

B. — Le SILO-MEULE : 1° *meule-hollandaise :* on creuse une fosse cylindrique de 30 centimètres et d'environ 3 mètres de diamètre.

On entasse le fourrage sur une hauteur d'au moins 3 m. puis on le recouvre de vieux sacs, de papier ou de branchages, que l'on charge d'une couche d'argile de 50 cm. d'épaisseur.

2° *la meule allemande :* construite selon le même principe que la meule hollandaise et profonde de 1 m., large de 4, sa hauteur atteint 4 m. au moment de l'ensilage, et descend à 2 m. 50.

Point intéressant : il y a une rigole de drainage.

3° *la meule française :* ne comporte pas de fosse, l'herbe est entassée sur une aire circulaire, en un gros tas pouvant atteindre 3 mètres de haut que l'on charge de balles de paille pressées ou de pierres.

Dans les silos-meules, il se produit des pertes élevées dues à l'échauffement, à une mauvaise fermentation et à la pourriture sur le pourtour.

C. — Le SILO-TOUR : n'est intéressant que pour les grosses exploitations, en raison de son prix de revient élevé.

ZELTER à qui nous avons emprunté cette documentation, nous donne comme base de prix de revient d'un silo-tour de 100 m^3 50.000 fr. : en 1938. Tandis que 100 m^3 de silo-cuve coûtaient 8.000 fr.

D'autre part, les variations de la température extérieure se font sentir dans ces silos aériens et elles sont plus ou moins défavorables à la bonne conservation.

(11) D. — Le SILO-CUVE ou silo-puits est un cylindre vertical en béton de ciment enterré dans un sol sain et perméable.

L'ensilage est ainsi maintenu à l'abri des variations de température, ce qui permet une bien meilleure conservation. Les pertes sont moins élevées qu'avec les autres types de silos. Les Américains utilisent des silos dont la profondeur est de 10 m. et plus, celle-ci devant être, d'après eux, 2 à 3 fois supérieure au diamètre.

En France, les silos ont généralement 2 m. de profondeur et sont enterrés à une profondeur de 1 m. 80 environ.

Il est indispensable de standardiser le type des silos-cuves et de n'en adopter qu'un petit nombre de modèles.

On choisit parmi les types suivants :

Capacité	3 m3	10 m3	14 m3	25 m3
Diamètre	1,50	2,50	3	4
Profondeur	1,70	2	2	2

L'expérience montre que les types de 10, 14 et 25 m³ sont suffisants pour répondre à tous les besoins.

CHAPITRE II

(12) TECHNIQUE DE FABRICATION DU SILO-CUVE

1° Emplacement des silos

Il faut placer les silos le plus près possible de l'étable pour faciliter la distribution du silage. Il faut éviter autant que possible les points où le plan d'eau serait trop élevé, ceux en contre-bas de mare ou d'étang afin de ne pas s'exposer à des infiltratoins d'eau. Il est préférable aussi de placer le silo sous un avant-toit de grange, pour lui assurer une protection contre les intempéries.

Les silos-cuves peuvent être construits en béton armé coulé dans des coffrages spéciaux.

En dalles de béton armé préfabriquées assemblées sur place.

En moëllons, briques, etc...

Les deux premiers procédés sont le plus souvent employés. Les services du Génie Rural ont étudié de

façon précise les caractéristiques des matériaux utilisés, la quantité de matériaux nécessaire et la technique de fabrication.

Les méthodes et les chiffres suivants, nous ont été donnés par MM. Baux et Gilliard, ingénieurs en chef du génie rural des Basses-Pyrénées. Ils sont calculés pour des silos en béton armé.

2° Terrassement et fondation

La fouille devra être d'un diamètre supérieur de 1 m. environ à celui du silo afin de faciliter la mise en place des coffrages extérieurs. Le silo est enterré à 1 m. 80 environ.

3° Dimensions des parois et position des armatures

L'épaisseur de la paroi verticale et du fond peut être fixée à 0 m. 10. L'armature de la paroi verticale devra être posée à une égale distance des faces externe et interne ; celle du fond sera avantageusement posée plus prêt de la face supérieure que de la face inférieure. Afin de pouvoir mieux résister à des supressions éventuelles.

4° Coffrage

On utilise généralement des coffrages démontables, formés de panneaux, qui peuvent servir à la construction d'un grand nombre de silos.

A Pau l'office agricole départemental dispose de coffrages établis pour des silos de 2,50 m. et de 3 m. de diamètre. La profondeur utile étant de 2 m., cela correspond à une capacité de 10 m^3 et de 14 m^3 respectivement.

5° L'Armature

Elle est constituée :

a) soit par des treillis métalliques ;

b) soit par des fers ronds de 6 m/m de diamètre assemblés pour former des mailles carrées de 25 cm. de côté, pour des silos de 3 et 10 m³ et de 20 cm. de côté pour des silos de 14 et 25 m³, construits sur sol normaux.

Type du silo	10 m³	14 m³	25 m³
Treillis métallique	60 kg.	75 kg.	105 kg.
Fers ronds mailles de 20 ..	60 kg.	85 kg.	130 kg.
Fers ronds mailles de 25 ..	50 kg.	60 kg.	90 kg.

6° Béton

Pour obtenir des cuves parfaitement étanches, utiliser les proportions suivantes pour 1 m³ de béton :

Sable 400 litres.

Gravier 800 litres (diamètre de 25 m/m).

Ciment Portland artificiel 400 kgs.

Eau 150 litres.

Les quantités totales de matériaux nécessaires sont les suivantes :

Caractéristiques des silos			Béton		Matériaux à mettre en œuvre			
Capac. m3	Diam.	Prof.	Epais.	Cube	Cailloux fondation	Gravier m³	Sab. m³	Cim. kg.
3	1,50	1,70	8	1.250	0,350	0,700	0,550	450
10	2,50	2,00	10	3.000	0,800	0,750	1,350	1,150
14	3,00	2,00	10	3.800	1,050	2,250	1,700	1.450
25	4,00	2,00	10	5.750	1,750	3,300	2.650	2,200

7° Butées pour la hausse

Au moment du bétonnage des bords du silo, à 25 m/m de la paroi intérieure, enfoncer jusqu'à 20 centimètres des fers plats de 5 centimètres de large et 25 cm. de long. Ces fers plats servent à maintenir la hausse de chargement.

Il faut 12 fers plats sur les silos de 10 m³
14 fers plats sur les silos de 14 m³
18 fers plats sur les silos de 25 m³

8° Hausses mobiles

Elle sera toujours en bois d'une hauteur de 1,50 à 2 mètres, et constituée de plusieurs panneaux suffisamment maniables.

On choisira leur nombre de telle manière que chacun ait une largeur d'environ 1 m. 20. On pourra s'inspirer du tableau suivant :

Capacités m³	Longueur d'arc d'un panneau en mètres	Nombre des panneaux
10	1.12	7
14	1.20	8
25	1.16	11

Les panneaux sont réunis entre eux par trois ceintures métalliques horizontales en fer U formées chacunes d'autant d'éléments qu'il y a de panneaux. Ces éléments comportent chacun une extrémité femelle et une extrémité mâle afin de permettre une liaison par une clavette.

Les quantités d'acier nécessaire pour la fabrication des hausses fer U de 40 m/m, boulons, clavettes sont les suivants :

Capacité m^3	Métaux ferreux Kg.
10	120
14	145
25	190

La hausse doit être protégée par une couche de carbonyle. A l'intérieur on peut ajouter une couche de vernis anti-acide.

Fixation de la hausse sur le rebord de la cuve

Se fait par l'intermédiaire des fers plats qu'on aura fiché dans le ciment, comme nous l'avons déjà vu. On devra veiller à ce qu'il n'y ait pas de décrochement entre les faces internes de la hausse et du silo.

Il faut en moyenne une hausse pour 3 ou 4 silos.

9° Enduits - Vernissage

La paroi interne du silo est enduite d'un mortier à forte proportion de ciment destiné à assurer son étanchéité. Il est indispensable aussi bien sur le fond que sur la paroi verticale ; on devra prévoir un arrondi entre le fond du silo et la paroi.

Cet enduit est recouvert d'un vernis destiné à rendre les parois résistantes aux acides. C'est un produit à base de brai de houille. On étend ce vernis entre deux couches, la première aussitôt après la construction du silo, l'autre avant son utilisation.

On doit compter en moyenne 0,500 kg. de vernis par m^3 de silos.

10° Couverture mobile

Les silos doivent être protégés contre les intempéries, par des abris. En principe, le silo n'a besoin d'être couvert que pendant les périodes de désilage. Le soleil qui dessèche la surface exposée à l'air est plus à craindre que la pluie. Il est facile de prévoir un appentis au-dessus du silo dont une partie du toit est mobile, et s'enlève au moment du remplissage, pour laisser place à la hausse mobile.

B. — Prix de revient :

M. Vinel, ingénieur des Services Agricoles des Basses-Pyrénées nous a communiqué les prix de revient suivants, pour la fabrication de deux silos de 10 m^3 terminés en juillet 1949, chez M. L..., agriculteur au hameau de Pau :

Fer 120 kg. à 50 fr.	6.000 fr.
Ciment 2.200 kg. à 352 fr. les 50 kg.	15.488 »
Sable et gravier 8 m^3 à 700 fr.	5.000 »
Cimentier, 10 j. à 1.000 fr.	10.000 »
Manœuvre, 15 j. à 600 fr.	9.000 »
Fouille, 15 j. à 600 fr.	9.000 »
Remblayage, 2 j. à 600 fr.	1.200 »
Fer à fixation de hausse	500 »
Prix de revient des cuves	56.788 »
Bois de hausse en sapin de 2 m. d'épaisseur, à 10.000 fr. le m^3, 0 m^3 254	2.540 »

Ferrure de consolidation 120 à 50 fr.	6.000 »
Montage de la hausse	1.800 »
Prix de revient de la hausse	10.340 »

Ces prix intéressants sont dus au fait que le propriétaire participait aux travaux et a permis de limiter les frais de main-d'œuvre.

En octobre 1949, un entrepreneur demandait, dans la région paloise, la somme de 65.000 francs, pour une cuve de 14 m^3.

CHAPITRE III

TECHNIQUE D'ENSILAGE

Conditions de réussite (12)

Il ne faut ensiler que du fourrage jeune fraîchement coupé, n'ayant subi aucun fanage partiel.

Toutes les plantes fourragères peuvent être ensilées par la méthode aux acides. Mais, afin d'abaisser le prix de revient de l'unité fourragère, il y a intérêt à choisir les fourrages riches en matières azotées digestibles, à pousse rapide, à gros rendement, s'ensilant facilement.

On donnera la préférence aux cultures qui libèrent le sol de bonne heure : ray-grass, céréales fourragères, trèfle incarnat ;

aux cultures qui se plantent ou se sèment tard : choux fourragers, choux moelliers, maïs, moha, tournesol.

1° Quand faut-il ensiler ?

Avant d'aborder la technique proprement dite d'en-

silage nous parlerons du moment optimum de récolte de quelques-uns de ces fourrages, pour en obtenir un meilleur rendement.

Herbe de prairie :

Il faut récolter l'herbe jeune en pleine période de croissance ; de toute façon, avant l'apparition de la hampe florale.

Ray-grass d'Italie :

Semé à l'automne, première coupe avril-mai, deuxième coupe 5 à 6 semaines après.

Semé au début de l'été, première coupe septembre-novembre, deuxième coupe au printemps.

Céréales fourragères :

Seigle, avoine, orge, une seule coupe : faucher au plus tard, à l'apparition des premiers épis. Sur un semis effectué en septembre, récolter le seigle ou l'orge dans les premiers jours de mai, afin d'éviter : une lignification des tissus, une baisse de la richesse nutritive, une perte de temps pour la culture suivante.

Maïs-Fourrage :

Une seule coupe : récolter en vert, au bout de 2 à 4 mois de végétation, suivant la variété. La période optima semble se placer lorsque le maïs atteint de 1 m. à 1 m. 10 de hauteur.

Moha :

Récolter au bout de 50 à 60 jours, de préférence avant que tous les épis soit formés.

Tournesol-Fourrage :

On peut récolter au 60me jour de la végétation, ne pas attendre le 90me jour après le semis.

Choux-mœlliers :

Récolter d'octobre à décembre, selon l'époque de plantation ; on peut ensiler à l'acide, le choux entier ou séparer les tiges qui sont alors conservées en silo de terre.

L'ensilage permet d'éviter la pratique extrêmement pénible de l'effeuillage.

Trèfle et luzerne :

Doivent être fauchés 8 à 10 jours avant la floraison.

II. — La mise en silo

Il ne suffit pas de couper le fourrage au bon moment pour avoir un bon ensilage ; la mise en silo est le point capital ; on devra faucher l'herbe au fur et à mesure du chargement, pour éviter le fanage partiel.

Il s'agit d'aller le plus vite possible pour remplir le silo en un jour, en deux jours au maximum. Pour cela prévoir une main-d'œuvre abondante que l'on peut décomposer comme suit :

Un homme à la faucheuse, deux hommes pour le chargement des chariots.

Trois chariots, un au chargement, un sur la route, un au déchargement.

Deux attelages avec leurs charretiers, un homme au déchargement, deux ou trois hommes dans le silo.

Il n'est pas nécessaire de sécher les fourrages, avant de les ensiler. Comme il sont récoltés à l'état frais et humide, le tassement s'effectue dans de bonnes conditions et l'air est chassé.

Pour le maïs, le sorgho, le moha, le choux-moellier, le personnel chargé du chargement peut en même temps qu'il piétine la masse, sectionner les tiges à l'aide d'une bêche bien aiguisée.

Il faut bien répartir le fourrage de telle sorte qu'il soit plus élevé au centre que sur les bords du silo.

Piétiner énergiquement surtout sur les bords pour chasser l'air favorable aux mauvaises fermentations, à l'échauffement et au développement des moisissures.

Ne pas drainer en principe les silos, ce qui peut provoquer des appels d'air nuisibles.

Arroser éventuellement pour faciliter le tassement et éviter l'échauffement.

Acidifier le fourrage, pour cela préparer une cuve en bois pour la solution acidulée. Enduire de goudron spécial un seau et l'arrosoir qui serviront à manipuler le liquide.

Munir les hommes qui travaillent au silo de bottes en caoutchouc ; elles ne sont pas nécessaire pour l'ensilage à l'acide formique. En cas d'éclaboussures, se laver les mains et la figure à grande eau de préférence tiède.

Préparer la solution acidulée ou antiseptique selon les

techniques décrites plus haut. Pour calculer la quantité d'acide ,il faut connaître le poids du fourrage porté au silo.

Un silo doit contenir :

Capacité du silo	Poids du fourrage
10 m³	7.500 à 8.000 kgs.
14 m³..	1.100 à 1.200 kgs.
25 m³	18.000 à 20.000 kgs.

Le poids du fourrage après tassement est évalué de 750 à 800 kilos au mètre cube.

Dans les silos de 10 et 14 m³, il faut prévoir un homme qui répand le fourrage, un homme qui les tasse.

Dans les silos de 25 m³, on mettra un homme pour répandre, et 2 ou 3 pour piétiner.

Quand la cuve est pleine afin d'achever le tassement, remplacer les hommes par le cheval ou un bœuf, à qui on aura graissé les sabots.

On place ensuite la hausse que l'on remplit de la même façon que la cuve. On arrose la dernière couche de fourrage avec une double dose de solution acide.

On étend sur le fourrage des sacs propres ou de la paille fine que l'on arrose également avec la solution acidulée ; on charge avec une couche de 40 cm. de terre argileuse, bombée au centre, pour faciliter l'écoulement des eaux de pluie.

Au bout de 8 à 10 jours le tassement est terminé, le contenu de la hausse est descendu dans le silo ; on enlève la hausse qui servira pour d'autres cuves.

Durée de conservation du fourrage dans le silo :

Un silo est comparable à une boîte de conserve de fourrage. Quand l'ensilage est bien fait le fourrage peut se conserver indéfiniment. On peut ouvrir un silo au bout de 6 semaines, pratiquement on y aura recours que lorsque le fourrage fera défaut et plus spécialement en hiver.

Précaution pour l'exploitation du silo :

Quand le couvercle de terre est enlevé, il faut préserver la cuve de la pluie par une toiture.

Utiliser chaque jour un silo entamé jusqu'à ce qu'il soit vide.

Il faut prélever quotidiennement par couche de 5 à 6 cm. la quantité nécessaire aux animaux. Il faut éviter autant que possible de couper en profondeur dans la masse. Ne jamais prélever la nourriture pour plusieurs jours à l'avance. Après chaque prélèvement recouvrir le silo. Il faut éviter d'entreposer le fourrage ensilé dans les couloirs d'étable ; de même il ne faut pas donner de l'ensilage trop froid au bétail.

On recommande de ne pas affourrager avant ou après la traite, afin de ne pas compromettre la propreté du lait qui se contamine facilement.

Veiller à la propreté de l'étable lorsque l'on donne de l'ensilage.

De même tout ensilage de qualité douteuse sera évité aux vaches laitières.

TROISIÈME PARTIE

ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE VALEUR PHYSIOLOGIQUE DE L'ENLISAGE VALEUR ECONOMIQUE

CHAPITRE PREMIER

(13) ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIÈRE

L'alimentation de la vache laitière pose à l'éleveur un problème à plusieurs faces, dont il ne peut négliger l'importance.

Le lait est un produit complexe qui demande pour sa fabrication un gros travail de synthèse de la part de l'animal.

Un litre de lait de vache contient en moyenne :

Protides	36,5 gr.
Matières grasses	32 gr.
Lactose	43 gr.
Matières minérales p. 1000	7 gr.
Eau	875 gr.

Ces constituants sont puisés dans l'organisme qui lui-même les trouve dans son alimentation journalière.

Les lipides et les glucides sont édifiés à partir des hydrates de carbone qui forment la base des fourrages secs.

L'eau et les matières minérales sont des produits faciles à se procurer et de prix de revient peu élevé. La question des matières azotés est la plus difficile à résoudre.

La vache laitière a besoin de matières azotées pour suppléer à sa destruction cellulaire journalière, pour subvenir continuellement à ses besoins de croissance et de gestation, et faire son lait.

1° Besoins d'entretien :

L'expérience a appris aux zootechniciens, qu'il fallait à un organisme vivant 0,6 gr. de matière azotée digestible par kg. d'animal et par jour.

2° Besoins de production :

Les femelles laitières peuvent faire passer intégralement dans le lait, les matières azotées digestibles données dans la ration en supplément de ce qui est nécessaire à l'entretien.

Si les apports protidiques n'excèdent pas la quantité nécessaire à l'entretien, nous observons une baisse sensible de production et une réduction de la période de lactation.

Lindsey a montré qu'en donnant une fois et demi la quantité d'azote éliminée par le lait, on met à la dispo-

sition de l'animal toute la matière azotée nécessaire pour assurer sa production laitière.

3° Besoins de croissance :

Se superposent aux besoins de la lactation. En effet, quand la croissance est terminée, la production de lait augmente de 30 %. Il faut penser qu'il existe un certain antagonisme entre la croissance et la production mammaire ; et tout se passe comme si la matière nutritive n'était pas orientée vers la mamelle tant que les besoins de croissance ne sont pas satisfaits.

4° Besoins de gestation :

Pratiquement peu importants, pendant la lactation ; celle-ci, ayant son rendement au maximum durant la première partie de la gestation, au moment où les dépenses azotées sont infimes.

Pour ne citer qu'un chiffre, sachons qu'une vache de 2 ans pesant 350 kg. présentant un gain de poids journalier de 600 gr. et produisant 10 litres de lait par jour, a besoin globalement de 1.500 kg. de protides dans sa ration quotidienne.

Ainsi, le maintien de la production laitière n'est possible que par un apport important de matières azotées dont le prix de revient est élevé.

Le plus souvent l'éleveur la trouve en quantité insuffisante dans son exploitation et il est obligé de faire appel aux aliments concentrés qu'il achète à l'extérieur.

L'ensilage des fourrages verts résoud le problème de façon intéressante, du point de vue physiologique et du point de vue économique.

CHAPITRE II

I. — VALEUR PHYSIOLOGIQUE DE L'ENLISAGE (14)

A. — Role des ensilages dans la digestion (15). — Les Zootechniciens russes ont étudié l'action spécifique des ensilages sur la physiologie de la digestion chez les ruminants.

Trois faits ont été mis en évidence par ces travaux :

1° Augmentation de l'activité motrice de l'appareil digestif.

2° Action stimulante du silage sur la sécrétion des glandes stomacales.

3° Changement de composition des sucs digestifs qui deviendraient plus actifs à l'égard des cellules végétales.

L'ensemble de ces phénomènes serait dû aux acides organiques présents dans l'ensilage (butyrique acétique et lactique) qui stimulent le processus digestif.

L'expérience a démontré que les aliments grossiers (paille et aliments riches en cellulose) sont mieux utilisés quand ils sont accompagnés d'ensilage.

CHAPITRE II

I. — VALEUR PHYSIOLOGIQUE DE L'ENLISAGE (14)

A. — Role des ensilages dans la digestion (15). — Les Zootechniciens russes ont étudié l'action spécifique des ensilages sur la physiologie de la digestion chez les ruminants.

Trois faits ont été mis en évidence par ces travaux :

1° Augmentation de l'activité motrice de l'appareil digestif.

2° Action stimulante du silage sur la sécrétion des glandes stomacales.

3° Changement de composition des sucs digestifs qui deviendraient plus actifs à l'égard des cellules végétales.

L'ensemble de ces phénomènes serait dû aux acides organiques présents dans l'ensilage (butyrique acétique et lactique) qui stimulent le processus digestif.

L'expérience a démontré que les aliments grossiers (paille et aliments riches en cellulose) sont mieux utilisés quand ils sont accompagnés d'ensilage.

	Teneur en provitamine A
Fourrages verts et ensilage	10 à 80 mg par kg.
Foin	10 à 60 —
Racines et tubercules	0 à 0,1 —
Grains (céréales)	0 à 5 —

Pour être plus complet, nous donnerons un tableau des valeurs nutritives de quelques fourrages ensilés :

ENSILAGE	Quantité équivalente à l'unité fourragère en kg.	Nombre d'unités fourragère par kg.	Matières albuminoïdes digestibles (en gr. par kg.)	Matières azotées totales digestibles (en gr. par kg.)
Herbe jeune de première qualité	5,5	0,18	11	27
Herbe de pâturages, haute d'une main, bonne qualité	5,9	0,175	10	25
Herbe au stade maturité du foin	7,1	0,145	9	18
Ray-grass moyen	6,2	0,16		18
Avoine en vert	7,7	0,13	6	11
Seigle fourrage	6,7	0,15		24
Vesce avoine	5,5			
Feuilles de choux moellier	8,3	0,18 0,125	11	22 24
Tiges de choux moellier	12,4	0,09		12
Moutarde	9,1	0,11	11	16
Tournesol	7,1	0,14		11
Maïs	5,9	0,17	6	15
Trèfle rouge	7,1	0,14	17	29
Luzernes	6,2	0,16	17	28
Fanes et cosses de pois .	5,9	0,17	2	20

A titre indicatif :

20 kg. d'ensilage d'herbe jeune :

ont la même valeur fourragère que :		apportent autant de matières azotées digestibles que :
Orge (grains)	3,4 kg.	7 kg.
Maïs (grains)	2,8 »	7 kg.
Avoine (grains)	3,8 »	6,2
Gros son de froment	5,4 »	4,4
Tourteau de lin	3,3 »	1,7
Tourteau de colza	3,7 »	1,8
Bon foin de pré	7,4 »	9,2
Betterave fourragère	45 »	55
Topinambour	14 »	50

C. — TOLÉRANCE DE L'ORGANISME VIS-A-VIS DE L'ENSILAGE. — Bien des objections ont été soulevées par l'utilisation des acides dans la conservation du fourrage en particulier des acides minéraux.

Les travaux de MOLGARD et d'autres auteurs ont permis de constater des troubles d'assimilation occasionnés par des ensilages aux acides minéraux. La réserve alcaline du sang décroît, la teneur de l'urine en ammoniaque et en calcium s'élève considérablement, le métabolisme phosphocalcique devient négatif.

Ces syndromes d'acidoses peuvent parfois s'accompagner d'inappétence, d'altérations du poil et d'amaigrissement de l'animal. Quelquefois, il s'ensuit une décalcification de l'organisme conduisant à des accidents osseux.

BROUVER, en Allemagne, signala une baisse de la production laitière et une modification de la composition du lait.

On peut atténuer ces conséquences, en neutralisant

l'acidité des fourrages ainsi traités par un apport convenable de carbonate de calcium et de sodium :

75 % de Co3 Ca

25 % de Co3 Na2 moulus pour 10 kg. de fourrage ensilé.

MOLGARD affirmait que cet apport basique diminuerait la digestibilité des aliments.

Ces inconvénients dans le métabolisme minéral disparaissent avec l'ensilage à l'acide formique.

Cet acide est un produit naturel du métabolisme animal ; il se forme comme produit ultime dans la dégradation des lipides et des glucides.

Des expériences faites directement sur des animaux avec de l'ensilage formique ont permis de constater que ces fourrages ne provoquent aucun déséquilibre dans la réserve alcaline du sang.

En France, des essais ont été rapportés par M. BRETIGNIÈRE, à l'Académie d'Agriculture : des vaches laitières nourries exclusivement avec 18 kg. de silage à l'acide formique complété par un mélange de rutabagas, de balles d'avoine et de paille pendant 6 mois n'ont présentés aucun trouble.

D'après ces travaux, il y aurait donc intérêt à préférer l'ensilage aux acides organiques à l'ensilage aux acides minéraux.

Les données sur les résultats obtenus par l'ensilage au Sovilon sont assez récentes. Des expérience faites sur le rat, ont déterminé que l'animal ne pré-

sente aucune intoxication et peut sans inconvénients, en absorber jusqu'au 20me de son poids par jour sans être incommodé (19). Communication à la Société de Biologie 1933, tome 112, page 138. La solution de Sovilon étant d'un pH neutre, il n'y a pas de décalcification.

Tout semblerait donc parfait, si M. LEROY, professeur de zootechnie à l'I.N.A. n'avait constaté que les rates, ayant absorbé du Sovilon avec leur nourriture étaient atteintes de stérilité.

Quelle est la cause exacte de cette stérilité ? Faut-il incriminer le Sovilon ? Faut-il craindre le Sovilon dans l'alimentation des vaches laitières ?

Le problème reste entier pour le moment.

En définitive l'ensilage utilisé avec précaution est un excellent aliment ; il faut faire attention à ne pas apporter une dose trop importante d'acides minéraux pour déclencher des troubles du métabolisme phosphocalcique et éviter une proportion trop forte d'acides organiques pour ne pas provoquer des troubles digestifs.

Il ne faut pas dépasser :

0,7 à 1,06 gr. d'acide lactique
0,25 gr. d'acide acétique — par kg. de poids vif.
0,42 gr. d'acide butyrique

D. — INFLUENCE DE L'ENSILAGE SUR LE LAIT, LE BEURRE ET LE FROMAGE. — De nombreuses observations recueillies dans les exploitations laitières font supposer que la mauvaise conservation du lait et le gonflement des fromages sont dans certains cas dus à la présence de : Clos-

tridium Butyricum, que l'on retrouve de façon plus ou moins constante dans les ensilages.

Des expériences entreprises pour élucider le problème ont montré la relation entre la propreté du lait recueilli à l'étable et la qualité de l'ensilage. La contamination du lait à l'étable se fait normalement par l'intermédiaire des déjections de l'animal, d'autant plus riches en spores butyriques que le silo en contient davantage.

Si l'affouragement des vaches laitières se fait avec un ensilage de bonne qualité, contenant peu de bacilles butyriques, le taux de germes sporulés dans les excréments diminue considérablement et devient égal à celui qui existe lorsque l'animal ne mange pas de silage.

(16) L'alimentation avec un bon silage n'entraîne aucune modification dans la qualité du lait. Mais, d'après (18) DORNER, le lait prendrait facilement l'odeur de l'ensilage ; il faudrait éviter de distribuer la ration pendant la traite. Pour B. PLATON (17) après des essais faits à la laiterie d'Upsala, le lait pendant les trois premiers jours aurait une odeur de fourrage peu agréable, surtout lorsqu'on ouvrait les pots de transport. Ensuite, pas d'observation de mauvaise odeur.

Pour BRETIGNIÈRES le lait obtenu proprement dans les étables où les animaux consomment du fourrage ensilé ne présente ni goût, ni odeur caractéristique.

C'est également l'opinion de F. BROUWNER.

L'odeur et la saveur du beurre restent inchangées. Avec des rations de 15 à 30 kg. d'ensilage, on obtient en hiver des beurres d'une belle couleur jaune, grâce à la richesse des ensilages en pigments caroténoïdes.

Les fromages à pâte molle qui ne demandent pas un chauffage du lait supérieur à 44° sont parfaitement réussis avec le lait de vaches recevant dans leur ration une forte proportion de fourrage ensilé.

Pour les fromages à pâte dure tels que le gruyère ou l'emmenthal, on observe au cours de leur fabrication des accidents dus à la présence de bacilles butyriques qui font gonfler le fromage en cave.

E. — Utilisation de l'ensilage. — Des données précédentes, il ressort que la réussite de l'ensilage conditionne pour une part importante sa valeur nutritive. L'éleveur doit savoir apprécier la valeur de son ensilage pour décider de son utilisation, l'estimation sera faite à l'ouverture du silo, et quelquefois en cours d'utilisation pour vérifier si toutes les couches sont bien homogènes. La couleur, l'odeur et la saveur du produit permettent une appréciation exacte dès que l'on a eu à juger quelques cas.

Voici une classification adoptée en Angleterre et en Suisse : (15)

Ensilage bien fermenté : Fourrage accusant une couleur brun verdâtre, vert jaune ou vert clair, odeur fruitée ou légèrement aigre (pH5). Bonne qualité.

Ensilage trop fermenté : Couleur brun foncé ou brun clair, odeur de tabac ou de caramel prononcée nettement acide. Qualité passable.

Ensilage à fermentation insuffisante : Couleur brun verdâtre clair, vert olive ou foncé ; odeur de beurre rance et fortement aigre (pH 5 à 6). Mauvaise qualité.

Quantité d'ensilage à utiliser : Nous connaissons les quantités d'acides organiques tolérées par l'organisme. Rappelons qu'une vache de 350 kg. peut consommer :

— 350 grammes d'acide lactique
— 80 grammes d'acide acétique
— 135 grammes d'acide butyrique

Or, un ensilage bien conduit de maïs donne un produit contenant :

4,1 p. 1.000 d'acide acétique
8,9 p. 1.000 d'acide lactique
0,0 p. 1.000 d'acide butyrique.

Avec une ration de		15 kg.	30 kg.
L'animal ingère	a. lactique	130 gr. 5	267
dans sa journée	a. acétique	61 gr. 5	123

Nous voyons donc que des rations de 15 à 30 kg. pour les vaches laitières de 350 à 600 kg., ne risquent pas de provoquer les troubles redoutés.

Les expériences conduites dans une ferme du Nord de la France ont mis sur le plan de la réalisation pratique les données précédentes. Les animaux ont été suivis pendant 2 mois.

	Lot témoin	Lot expérimental
Pulpes de betteraves et balles	50,5 kg.	48,5
Mélasse	0,75	0,75
Fourrage sec	2	1,8
Ensilage vert		15
Mélange concentré	5,9	3,5
Valeur fourragère de la ration.	11,8 U.F.	10,1 U.F.

Besoin théorique	10,8	10,8
Poids vif moyen du lot	576 kg	576 kg.
Production moyenne du lait à 4 % pendant la période pré-expérimentale	18,5	17,2
Pendant la période expérimentale	16,8	16,8
Baisse de production	9,2%	0,4%

Les 15 kg. d'ensilage ont permis d'économiser 2,4 kg. de mélange concentré par vaches et par jour ; soit une économie de 40 % sur un mélange concentré.

CHAPITRE III

INTERET ECONOMIQUE DE L'ENSILAGE

1° La mise en silo permet de récolter au bon moment

La récolte du fourrage doit se faire en un seul jour ; on évite ainsi les pertes importantes dues au fanage effectué dans de mauvaises conditions.

Lorsque la fenaison se fait par beau temps, les 2/3 du pouvoir calorifique et 1/3 de l'albumine digestive de l'herbe fraîche sont perdus au cours de la période qui va de la coupe du foin jusqu'au moment de sa consommation.

Par temps moyen, la perte atteint la moitié du pouvoir calorifique et des albumines.

Par mauvais temps, la perte atteint les 3/5 des pouvoirs calorifiques, et des protides digestibles.

Le simple fait d'attendre une période de beau temps favorable à la fenaison diminue la valeur nutritive du foin.

VALEUR NUTRITIVE DES FOURRAGES

Date des prélèvements d'échantillons	Teneur de la matière sèche		Digestibilité des protéïnes
	Protéïne	Cellulose	
2-8 mai	23,3	15	83
9-21 mai	16,6	19,9	76,5
22-31 mai	12	27,3	67,6

2° LE SILO CONSERVE A L'HERBE TOUTE SA VALEUR NUTRITIVE

Dans les meilleurs conditions de récolte possibles, le fanage fait perdre une plus grande quantité de matières nutritives qu'un ensilage bien conduit.

	Perte de valeur fourragère	Perte de matières azotées
Fourrage ordinaire ..	30 à 40 %	10 à 15 %
Ensilage acide	3 à 8 %	5 %

Le silo préserve en totalité les feuilles de luzerne, que les manipulations de la fenaison détruisent, et qui contiennent d'après GAROLA 17 % d'albumine à cœfficient de digestibilité de 70 à 75 % tandis que les tiges qui forment la presque totalité du foin n'ont que 5,5 % d'albuminoïdes à coefficient de digestibilité 66,9 %.

Selon MM. BRÉTIGNIÈRES, GODFERNAUX, CHARRON, MAUPA, un hectare de pré permet d'obtenir 4.500 kg. de foin d'une valeur nutritive correspondant à 1.300 unités amidon, et contenant 243 kg. de protides digestibles.

Le même hectare de pré fournit 15.000 kg. de silage ayant une valeur de 1.935 unités amidon et contenant 321 kg. de protides digestibles.

Dans ce cas, grâce à l'ensilage, il y a un accroissement de 38 % des unités amidon et 32 % des protides digestibles.

L'ensilage bien mené continue à garder sans altération sa valeur nutritive, tandis que le fourrage sec perd dans le grenier sa valeur alimentaire. Un foin qui a un coefficient de digestibilité de 61,5 % fin octobre, n'est plus en mars assimilable que dans la proportion de 58,8 %

3° Le silo est le complément indispensable d'une exploitation intensive

Il permet de stocker le surplus d'aliments d'été, en lui gardant à peu près intacts les avantages nutritifs et en permettant de le distribuer rationnellement en hiver au moment où les difficultés de nourriture sont plus grandes.

Tous ces avantages sont obtenus à des prix de revient intéressants.

— 150 fr. la tonne d'ensilage au mélange Defu.
— 300 fr. la tonne d'ensilage à l'acide formique.
— 50 fr. la tonne d'ensilage au sovilon.

CONCLUSION

Dans le silo, grâce aux bactéries présentes sur les feuilles, peuvent se déclencher spontanément des fermentations protéolytiques, butyriques, acétiques et lactiques. Il faut favoriser la fermentation lactique seule intéressante pour la conservation du fourrage.

Cette fermentation lactique se produit grâce à l'anaérobiose qui lui est indispensable, on peut la favoriser par l'addition à la masse de glucides facilement fermentescibles, de levains, d'acides minéraux et d'acides organiques.

Dernièrement, on a préconisé l'utilisation des antiseptiques pour la conservation de l'ensilage.

Parmi les différents types de silos plus ou moins perfectionnés et plus ou moins onéreux le silo-cuve est celui qui donne le plus de satisfaction tant au point de vue technique que du point de vue économique.

La technique dite de « l'ensilage à froid » est celle qui assure régulièrement les meilleurs résultats à condition de s'y conformer strictement. Il faut récolter quand la plante donne son rendement nutritif maximum. Il faut tasser soigneusement le silage, l'arroser méthodique-

ment avec la solution acide ou antiseptique et le recouvrir hermétiquement.

Le fourrage ensilé est une nourriture aqueuse, azotée, riche en vitamines facilement assimilable qui convient très bien à la vache laitière, dont les besoins en matières azotées, en eau et en vitamines sont importants.

L'ensilage permet une meilleure utilisation des prairies.

Son prix de revient est économique.

Il est à souhaiter, que pour le plus grand bien de l'agriculture, l'ensilage du fourrage vert se vulgarise.

Vu : *Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire*
rapporteur,
P. PONS.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
BAISSET.

Vu : *Le Doyen,*
LEFEBVRE

Vu et permis d'imprimer
Toulouse, le 8 Décembre 1949.

Le Recteur
Président du Conseil de l'Université,
DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

(1) S. Z. Zelter. — Technique de l'ensilage. *Revue du Bétail et de la Basse-Cour*, nov. 1946.

(2) A. I. Virtanen, H. Carlstrom. — C. rend. Trav. Lab. Carlsberg. *Analyse Le lait* 1939 ; XIX, n° 187, p. 182.

(3) G. Goutière. — Considérations sur l'ensilage. *Bulletin des engrais*, juillet 1949, n° 311.

(4) C. B. Bender, P. H. Amstead, A. R. Merril, F. Hamlin. — *N. Hampshire Agr. Stat*, 1938. Bulletin 305, p. 5.

(5) C. B. Bender, H. H. Tucker, W. Kuneger, K. O. Efan, A. S. Fox. — *Journal of Dairy* 1935. Fév. n° 2, vol. XIX, page 137-146.

(6) J. Golding. — Nouvel usage pour l'excédent de petit lait : L'ensilage au petit lait. X^me^ Congrès Mondiaì de Laiterie, 1934. *Analyse Le lait* déc. 1935, tome XV, n° 169.

(7) J.C. de Ruyter, de Wildt. — Expérience d'ensilage avec ou sans addition de petit lait. *Analyse Le lait* 1942, tome XXII, n° 211, p. 48-50.

(8) ARTURI et VIRTANEN. — La méthode A.I.V. pour la conservation du fourrage. *Le lait*, mars 1933, tome XIII, n° 123, p. 315.

(9) *Société des Produits chimiques* SOVILO, 36, *avenue Roche, Paris.* Brochure sur l'ensilage au Sovilon.

(10) L. DEPARDON et P. BURON. — C.R. *Académie agricole,* juillet 1945. *Revue de l'Agriculture.*

(11) *Syndicat Professionnel de l'Industrie des engrais Azotés.* Ensilage des fourrages verts par les acides.

(12) F. GILLIARD. — Technique de la construction des silos cuves cylindriques. *Brochure du service agricole des B.P.*

(13) P. PONS. — Cours magistral de Zootechnie.

(14) S. Z. ZELTER. — Ensilage vert pour l'alimentation animale. *Revue du Bétail et de la Basse-Cour,* juin-juillet 1946.

(15) G. LERY. — Valeur alimentaire des ensilages verts. *Encyclopédie Vétérinaire Pratique* 1949, n° 56.

(16) W. DORNER. — *Annuaire agricole de la Suisse* 1927. 3me fascicule, p. 295.

(17) B. PLATON. — *Swenska Mejiritdiningen* n° 47, p. 411-414. Nov. 1932. *Anal in Le lait* tome XV, n° 135, p. 500.

(18) W. DORNER. — *Annuaire Agricole de la Suisse* 1827, 3me fascicule, p. 295.

(19) *Communication à la Société de Biologie* 1933, tome 112, page 138.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 9-10

PREMIERE PARTIE

Chapitre I

A) Phénomènes se produisant dans le silo 11-12-13
B) L'importance du pH du milieu 13-14
C) L'importance du tassement 14-15
D) L'importance du drainage 15-16

Chapitre II

I. — Ensilage doux dit ensilage à chaud 17-18-19
II. — Ensilage à la mélasse 19-20
III. — Ensilage au petit lait 20-21
IV. — Ensilage acide dit ensilage à froid 21-25
A) Ensilage aux acides minéraux 22-23
B) Ensilage aux acides organiques 23-24-25
C) Ensilage aux antiseptiques 25-26

DEUXIEME PARTIE

Chapitre I

A) Le silo-fosse 27
B) Le silo-meule 28
Le silo-tour 28
Le silo-cuve 29

Chapitre II

Fabrication du silo-cuve 31-36
Prix de revient 36-37

Chapitre III

Moment de récolte de quelques fourrages 40-41
Mise en silo 41-42-43
Exploitation du silo 44

TROISIEME PARTIE

Chapitre I

Alimentation vache laitière 45
Besoin en matières azotées 46-47

Chapitre II

Rôle des ensilages dans la digestion 49
Valeur matière azotée 50
Richesse en vitamines 51
Tolérance de l'organisme vis-à-vis de l'ensilage .. 53-54-55
Influence de l'ensilage sur le lait, le beurre, le fromage 55-56-57
Quantité d'ensilage à utiliser 58-59

Chapitre III

Intérêt économique de l'ensilage 61
Récolte au moment favorable 62
Conservation de la valeur nutritive 63
Conclusion 65-66
Bibliographie 67-68